

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-174848

(43)Date of publication of application : 08.07.1997

---

(51)Int.Cl.

B41J 2/05  
B41J 2/16

---

(21)Application number : 07-340486

(71)Applicant : HITACHI KOKI CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1995

(72)Inventor : MITANI MASAO  
YAMADA KENJI  
KAWASUMI KATSUNORI  
MACHIDA OSAMU  
SHIMIZU KAZUO

---

(54) INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to stably discharge ink at a high speed by reducing the applied energy necessary to discharge the ink.

SOLUTION: The ink jet recorder rapidly vaporizes the part of ink in an ink channel by pulse energizing a heating resistor provided near an ink discharge port, and discharges droplet-like ink from the port by means of the expansion force of the bubble. In this case, the resistor is made of Ta-Si-O alloy thin film resistor and Ni metal thin film conductor, and the compositions of the thin film resistor are set to ranges of  $64\% \leq \text{Ta} \leq 85\%$ ,  $5\% \leq \text{Si} \leq 26\%$ , and  $6\% \leq \text{O} \leq 15\%$ , respectively.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3194465  
[Date of registration] 01.06.2001

- [Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-174848

(43) 公開日 平成9年(1997)7月8日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/05		B 4 1 J	3/04
	2/16			1 0 3 B 1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-340486

(22) 出願日 平成7年(1995)12月27日

(71) 出願人 000005094

日立工機株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番2号

(72) 発明者 三谷 正男

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

(72) 発明者 山田 健二

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

(72) 発明者 川澄 勝則

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式の記録装置に関するもので、特にその発熱抵抗体の材料と製法に関するものである。

【解決手段】 インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体にパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、前記発熱抵抗体がTa-Si-O三元合金薄膜抵抗体とNi金属薄膜導体からなり、該三元合金薄膜抵抗体の各組成が $64\% \leq Ta \leq 85\%$ 、 $5\% \leq Si \leq 26\%$ 、 $6\% \leq O \leq 15\%$ の範囲とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体にはパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、前記発熱抵抗体が  $Ta-Si-O$  三元合金薄膜抵抗体と  $Ni$  金属薄膜導体からなり、前記三元合金薄膜抵抗体の各組成が  $64\% \leq Ta \leq 85\%$ 、 $5\% \leq Si \leq 26\%$ 、 $6\% \leq O \leq 15\%$  の範囲にあることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 2】前記  $Ta-Si-O$  三元合金薄膜抵抗体は、 $Ta$  と  $Si$  とからなるターゲットを用いた反応性スパッタリング法によって形成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 3】前記  $Ta-Si-O$  薄膜抵抗体は、その表面のピーク温度が  $330^{\circ}C$  以上となるパルス通電によって、酸化雰囲気中で熱処理されたものであることを特徴とする請求項 1 及び 2 記載のインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式のインクジェット記録装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】パルス加熱によってインクの一部を急速に気化させ、その膨張力によってインク液滴をオリフィスから吐出させる方式のインクジェット記録装置は特開昭 48-9622 号公報、特開昭 54-51837 号公報等によって開示されている。

【0003】このパルス加熱の最も簡便な方法は発熱抵抗体にはパルス通電することであり、その具体的な方法が日経メカニカル 1992 年 12 月 28 日号 58 ページ、及び Hewlett-Packard-Journal, Aug. 1988 で発表されている。これら従来の発熱抵抗体の共通する基本的構成は、薄膜抵抗体と薄膜導体を酸化防止層で被覆し、この上に該酸化防止層のキャビテーション破壊を防ぐ目的で、耐キャビテーション層を 1~2 層被覆するというものであった。

【0004】この複雑な多層構造を抜本的に簡略化するものとして、本出願人が先に出願した特開平 06-71888 号公報に記載のように、前記酸化防止層と耐キャビテーション層を不要とする発熱抵抗体を用いて印字する方法がある。

【0005】しかし、このプリントヘッドに種々の水性インクを充填してフルカラー印刷を行っていたところ、設計寿命を下廻るヘッドが出現することが分かった。そこで詳細な検討を行ったところ、寿命的に問題のなかったヘッドのインクは比抵抗が大きい中性の水性インクであったこと、設計寿命を下廻るヘッドのインクは比抵抗が  $10^2 \sim 10^3 \Omega cm$  と小さく、 $PH=8 \sim 9$  と非中性で

あることが分かった。すなわち、薄膜抵抗体が電蝕によって破壊されていたのである。

【0006】そこで、この問題に対処するため、本発明者は  $Ta-Si-SiO$  合金薄膜抵抗体を高温熱酸化処理することによって、薄くて電気絶縁性に優れた自己酸化被膜をこの薄膜抵抗体表面に形成する方法を開発した（特願平 07-43968 号参照）。これによって非中性の電解質水性インクに対しても、電蝕による破壊を完全に防ぐことができるようになった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、 $Ta-Si-SiO$  合金薄膜抵抗体とはいえ、全ての組成でこのような優れた特性を示すものでないことも分かってきた。

【0008】本発明は、サーマルインクジェットプリントヘッドの薄膜抵抗体として不可欠な特性を有する組成比等の条件を明らかにし、これを利用して高熱効率のプリントヘッドを提供することを課題とする。

【0009】なお、上記抵抗体は  $Ta-Si-O$  系の三元合金薄膜抵抗体として取り扱うのが良いことが分かったので、以下そのように取り扱うことにする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は、インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体にはパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、前記発熱抵抗体が  $Ta-Si-O$  三元合金薄膜抵抗体と  $Ni$  金属薄膜導体からなり、該三元合金薄膜抵抗体の各組成を  $64\% \leq Ta \leq 85\%$ 、 $5\% \leq Si \leq 26\%$ 、 $6\% \leq O \leq 15\%$  の範囲とすることによって達成される。

【0011】また、前記薄膜抵抗体を、 $Ta$  と  $Si$  からなるターゲットを用いた反応性スパッタリング法によって形成することによって達成される。

【0012】更に、前記薄膜抵抗体を、そのピーク温度が  $330^{\circ}C$  以上となるパルス通電によって酸化雰囲気中で熱処理したものとするによって達成される。

## 【0013】

【発明の実施の態様】以下、本発明を詳細に説明する。

【0014】（a）薄膜作成方法と検討した合金薄膜の組成範囲

先ず、本発明の発熱抵抗体の製造方法と、検討した  $Ta-Si-O$  三元合金薄膜（以下  $Ta-Si-O$  薄膜という）の組成範囲について述べる。

【0015】 $Ta-Si-O$  薄膜は DC スパッタ装置によって形成した。この薄膜の成分比、比抵抗、熱酸化特性等は、薄膜のみを基板上に形成したものをを用いて計測評価した。

【0016】一方、SST 特性（ステップアップストレス試験）、パルス印加試験等には薄膜の形成後、直ちに同じスパッタ装置内で  $Ni$  金属薄膜を高速スパッタ法で

約1 $\mu$ mの厚さに積層し、これをフォトエッチングによって所定の発熱抵抗体の形状に加工したものを用いた。

【0017】具体的には、Ta-Si-O薄膜は以下のように形成した。TaとSiを所定の面積比（例えばTaの面積：Siの面積＝70：30）に調整したターゲットを熱酸化したSi基板に対向させ、DCスパッタ装置の真空槽内に設定した。真空槽内を $5 \times 10^{-7}$ Torr以下に排気した後、所定の酸素量を含有するアルゴンガスを導入し、アルゴンガス分圧1～30mTorr、酸素ガス分圧 $1 \times 10^{-4}$ ～1mTorrの雰囲気のもと、上記ターゲットに400V～10kVの電圧を印加してグロー放電を起こし、Si基板上に所定の成分を有するTa-Si-O薄膜を反応性スパッタリングにより形成した。Ta-Si-O薄膜の生成時、Si基板は回転させたが、該Si基板のベーキング以外は特別な加熱は行っていない。なお、形成したTa-Si-O薄膜の膜厚は約1000Åであった。

【0018】検討したTa-Si-O薄膜の組成は広い範囲に及んでいるが、ここでは表1に示す10種類の特徴的な薄膜について述べる。なお、これら10種類のTa-Si-O薄膜はいずれも上記の製造方法によって生成されたもので、Ta、SiおよびOの組成比率は、ターゲットのTa/Siの面積比と酸素分圧を変えることによって得られたものである。

【0019】

【表1】

表 1

	Ta	Si	O
①	83	0	17
②	79	10	11
③	74	17	9
④	88	22	10
⑤	63	28	9
⑥	53	41	6
⑦	71	0	29
⑧	67	11	22
⑨	73	27	0
⑩	83	17	0

(原子パーセント)

$$\frac{R_T - R_0}{R_0} \times 100$$

【0024】この熱酸化処理によってTa-Si-O薄膜はその表面から約100Åの深さまで酸化され、その部分の体積も増えて緻密化し、約200Åの厚さの均質で無欠陥の絶縁性被膜となることを種々の方法で確認している。そして、一旦熱酸化処理された合金薄膜は500℃以下の再加熱に対して非常に安定となる。これは全ての試料で確認されているほぼ共通の特性である。

【0025】試料①～⑧について、上記と同条件で熱酸化処理を行って室温に戻した時の抵抗値変化を図5に示す。この結果から、試料⑦及び⑧は熱酸化処理によって

【0020】また、表1に示した10種類の薄膜を、金属学で一般に用いられている三元系合金の成分比を表す図表に示したのが図1である。これらの成分比は化学分析と走査形オージェ電子分光分析によって同定したものである。ここに示されている試料のうち、①～⑥はほぼ一直線状に並んでいるので、各種特性をこの直線に沿った傾向として見ることにし、その上下への変化を⑦と⑧、及び⑨と⑩の試料から判断することにする。なお、以下に示す図2、図5、図6、図8及び図10のグラフの横軸は前記直線に相当する。

【0021】(b) Ta-Si-O薄膜の基本的特性  
前記10種類のTa-Si-O薄膜の比抵抗を図2に示す。発熱抵抗体として利用できる比抵抗は0.5m $\Omega$ cmを下限とすると、①～④が合格と言えよう。これに対し、⑨と⑩の比抵抗は0.2m $\Omega$ cmと小さく、100 $\Omega$ 程度の発熱抵抗体を形成するにはTa-Si-O薄膜の厚さが約200Åとなり、実用困難であるので以下の評価から除外する。

【0022】これらの薄膜を大気中で熱酸化させた時の抵抗値変化の様子の一例を、図3（試料③）と図4（試料⑧）に示す。これらはTa-Si-O薄膜を大気中で10℃/minのスピードで加熱し、最高温度500℃で10分放置後、再び10℃/minのスピードで冷却させた時の抵抗変化率を%で示したものである。

【0023】

【数1】

$R_T$ : 温度T℃での抵抗値  
 $R_0$ : 初期抵抗値（室温）

抵抗値がバラツキ易く、発熱抵抗体として利用するのが難しいことが予想される。

【0026】さて、図3及び図4にも見られるように、この薄膜の350℃までの抵抗温度係数は負である。この係数が負の場合、定電圧駆動法が一般的に適用されるインクジェットデバイスでは、発熱抵抗体の温度が上昇するに従って発熱抵抗体の抵抗値が減少し、投入される電力が自動的に増加する。すなわち、この負の係数の値が大きいと発熱抵抗体は暴走し易く、信頼性は低下する。従って、試料①～⑧をインクジェットデバイスの発

熱抵抗体として用いる場合、図6に示すように、試料⑦及び⑧は試料①～⑥に比較して不適当と考えられる。これに対し、⑤、⑥は $-14\%$ ～ $-18\%$ の範囲にあり、一応合格と考えて良い。これ以後、⑦と⑧についてはデータは付記するが説明からは除外する。

【0027】(c) 発熱抵抗体の大気中におけるパルス印加特性

その上面に約 $2\mu\text{m}$ 厚さの熱酸化 $\text{SiO}_2$ 層を持つ $\text{Si}$ 基板上に、 $\text{Ta-Si-O}$ 薄膜と $\text{Ni}$ 金属薄膜を順次積層形成し、フォトリソエッチングによって $50\mu\text{m}$ の発熱抵抗体を形成した。そして、この発熱抵抗体に、例えば $1.5\text{W}\times 100\mu\text{sec}$ のパルス電力を $5\text{KHz}$ の周波数で $60$ 秒間、大気中で印加し、 $\text{Ta-Si-O}$ 薄膜のみを $500\sim 600^\circ\text{C}$ に加熱して、その表面に絶縁性酸化被膜を形成した。このパルス熱酸化処理による抵抗変化は意外に小さく、 $\pm 3\%$ 以内であった。以下、上記熱処理条件を標準熱処理条件と呼ぶことにする。

【0028】一般に熱酸化被膜の絶縁耐圧はバルク値に近く、本発明においても $\sim 10\text{V}/100\text{A}$ と推定される。この発熱抵抗体に印加される実稼動電圧は $15\sim 20\text{V}$ 程度であり、電解質インクを通しての必要耐圧は数 $\text{V}$ もあれば充分と推定できる。すなわち、絶縁性酸化被膜の必要膜厚は数 $10\text{\AA}$ と考えている。なお、このようにパルス通電によって熱酸化させるのは、薄膜導体である $\text{Ni}$ を酸化させないためと、本発明を適用しようとする実デバイスでは同一 $\text{Si}$ 基板上に形成されているドライバ回路に悪影響を及ぼさない方法となるためである。

【0029】これ以降の内容は、特に断わらない限りパルス熱酸化処理済みの発熱抵抗体を使用したものである。

【0030】上記のように形成された $\text{Ta-Si-O}$ 薄膜と $\text{Ni}$ 金属薄膜からなる発熱抵抗体を水性インク中(イエローインク)に沈めてパルス通電し、ストロボ観察しながら核沸騰が始まる印加電力を調べたところ、 $2.7\text{W}\times 1\mu\text{sec}$ となることが分かった。そこで、以下の実験では、約 $10\%$ の過電力となる $3.0\text{W}\times 1\mu\text{sec}$ のパルス通電を $10\text{KHz}$ の繰り返し周波数で印加する方法を標準パルス印加条件と呼ぶことにする。

【0031】すなわち、このパルス通電による発熱抵抗体の到達温度は $300\sim 330^\circ\text{C}$ であり、平均昇温速度は $3\times 10^\circ\text{C}/\text{sec}$ である。また、このような沸騰をオープンブール沸騰と呼び、発熱抵抗体の近傍に天井とか隔壁のある状態で沸騰させることをクローズドブール沸騰と呼ぶことにする。

【0032】なお、この発熱抵抗体を空气中で標準パルス印加条件で $1$ 億パルス連続印加させても、その抵抗変化は $2\sim 3\%$ 以内であり、耐パルス性と耐酸化性に優れていることは確認済みである。

【0033】(d) 水性インク中での耐電蝕性とSST評価

まず、この発熱抵抗体の耐電蝕性のみを評価するために次のような実験を行った。すなわち、標準パルス印加条件のうち、印加電力のみを $2.5\text{W}$ に下げて水性インク中で連続印加試験を行った。この場合、印加電圧は実稼動電圧の $91\%$ であり、十分な電蝕試験となっていることが分かる。

【0034】この印加条件では核沸騰は発生せず、キャビテーション破壊も起こっていない。 $1$ 億パルスまでのこの非発泡試験に①～⑥の全試料が合格し、抵抗値は全く変化しなかった。すなわち、絶縁性熱酸化被膜は $\text{Ta-Si-O}$ 薄膜を電蝕から完全に防護し、保護膜を持たない $\text{Ni}$ 金属薄膜の電極は正極のみが若干電蝕されるが、導体として何らの不都合も認められなかった。

【0035】なお正極側の $\text{Ni}$ 金属薄膜については、本発明者の発明になる特願平 $07-43968$ 号に記載した耐熱性隔壁でこの正極をカバーする方法を採用すると、その電蝕も完全に防護することが可能である。

【0036】次に、この発熱抵抗体のインク中での過負荷耐力をステップアップストレス試験(以下SSTという)で評価した。ここでのSST評価とは、深さ $300\mu\text{m}$ の水性インクのオープンブールで、ヒータに $1\mu\text{sec}$ の印加パルスを $2\text{KHz}$ の周波数で $1$ ステップ $10^4$ パルス印加し、各ステップ毎に抵抗値の変化を計測して破断するまで印加電力を増大させる評価方法である。印加電力は $0.2\text{W}/\text{ステップ}$ で増大させた。

【0037】その一例として、試料③の結果を図7に示す。約 $2.7\text{W}$ から核沸騰が始まっているので、この $3\sim 4$ 倍の印加電力まで試料③は耐えられることが分かる。すなわち、実稼動状態にあるこのヒータに異常電圧が印加されても、破壊に至るまでには充分大きな余裕が見込めるのである。他の試料についての結果も含めて図8に示すが、特に①～④の組成範囲が高い信頼性を有していると判断できる。

【0038】(e) 水性インクのオープンブール沸騰での寿命評価

$300\mu\text{m}$ の深さの水性インクのオープンブール沸騰の条件で発熱抵抗体の耐キャビテーション性を評価した。パルス印加条件は標準パルス印加条件であり、ヒータの破壊寸前まで核沸騰が正常に発生していることをストロボ観察によるモニターで確認している。なお、試験に使用した水性インクはイエローインクのほか、市販のインクジェットデバイスに使用されている数種類の電解質インクであるが、寿命試験の結果に差異は認められなかった。また、インクの $\text{pH}$ がアルカリ性が酸性かによる差異も認められなかった。更に顔料タイプと染料タイプのインクによる差異も認められなかった。

【0039】試料④に関するこの寿命試験の結果を図9に示す。

【0040】ここで、aは試料④に標準熱処理条件での熱処理は行わず、その代り大気中での標準パルス印加条

件(3.0W×1μsec、10KHz)で10分間印加しただけの試料である。すなわち、発熱抵抗体のピーク温度が330℃前後と推定されるパルス加熱を6×10<sup>6</sup>回実施しただけである。一方、bは標準熱処理条件よりもピーク温度の低い1.2W×100μsecのパルス電力を5KHzの周波数で60秒間、大気中で印加したものである。cは標準熱処理条件で熱酸化処理を行ったものである。

【0041】以上、同一組成のTa-Si-O合金薄膜抵抗体について、その熱酸化処理温度を変えてその絶縁性酸化被膜の厚さを変え、この被膜の耐キャビテーション性を評価した。

【0042】驚くべきことに、高々数10Å程度と推定される極薄の低温熱酸化被膜でも、2000万回を越えるキャビテーション破壊に耐えているのである。勿論、1500万パルスを越えるとヒータ面の中央部にはキャビテーションによる破壊痕が認められた。そしてこの耐キャビテーション性は、絶縁性酸化被膜がより厚いb、cの試料程高くなっていることは図9に示されている通りである。但し、最も厚い酸化被膜の試料cの場合でも高々100Å程度の厚さとなっている。

【0043】なお、同一ロットの同じ組成の試料でも、オープンプール沸騰での寿命は気泡の消滅状況の変動のために若干のバラツキが見られることが良く知られており、図9のcのデータにもバラツキが存在している。このバラツキも含めた平均寿命を図10に示す。試料②、③、④の寿命はキャビテーション破壊によることがそのヒータ面から判断できるが、①、⑤、⑥(勿論⑦、⑧も)の破断は導体薄膜近傍で発生しており、別の原因によるものと推定している。

【0044】(f) 実用型ヘッドにおける寿命評価  
試料③の発熱抵抗体を用い、360dpi(70μmピッチ)のトップシュータタイプの実用型ヘッドを製作して水性インクを充填し、標準パルス印加条件で1億回の連続インク吐出実験を行ったが、インクの吐出状況に何らの変化も認められなかった。ヘッドの製作は本発明者の発明になる特願平07-135185号記載の方法で行ったが、詳細は省略する。

【0045】この寿命試験を行ったヒータを取り出し、その表面を詳細に観察したが、何らの異常も認められなかった。すなわち、水深300μmのオープンプール沸騰では、3000~4000万パルスから光顕観察が可能となるキャビテーション破壊痕が、実用型ヘッドでは1億パルス印加しても全く認められないのである。これは既にL. S. Changら(Proc. 9th Intern. Congr. on Adv. in Non-Impact PrintingTech./Japan Hardcopy'93, Yokohama(1993)241)によって指摘されているように、実用型ヘッドのようなクローズドプール沸騰では、気泡の収縮が周囲条件によって抑制され、キャビテーション破壊力が大幅に低下するので長寿命化が可能となるのである。

【0046】これを更に確かめるため、1995年時点の最新モデルの市販プリンタに使用されているヘッドを用いて同様の実験を行った。ヘッドはサイドシュータタイプ(A社)とトップシュータタイプ(B社)で、両者共、1億回のインク吐出でヒータ面にはキャビテーション破壊痕は光顕観察では認められなかった。この両者のヒータを水深300μmのオープンプールで寿命評価したところ、1500万~3000万パルス(A社)、1500万~7000万パルス(B社)で破断し、いづれも1000万~1500万パルスからキャビテーション破壊痕が観察可能となることを確認している。

【0047】以上の結果から、図10のオープンプール沸騰寿命の合格ラインを1500万パルスとすると、図10内に記した矢印の範囲の組成が合格となる。

【0048】以上の結果から総合的に判断すると、図1に示す組成範囲が実ヘッドでのインク吐出に1億パルス以上の寿命を有するものであると結論付けられる。すなわち、原子%表示で、64%≤Ta≤85%、5%≤Si≤26%、6%≤O≤15%の範囲である。

【0049】なお、Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体の唯一の公知例である特開昭62-167056号公報はサーマルヘッド用発熱抵抗体に用いられる合金薄膜である。それに適する組成として特許請求している範囲は図11に示すBの領域であり、本願の主張するAの領域とは全く別組成のものである。この相違は、耐摩耗保護層等を被覆することを前提としたサーマルヘッドに対し、この種の保護層を全く用いないことを前提としていること、インクジェットは電解質インクに触れると共にキャビテーション破壊にもさらされていること、などを信頼性良く達成させなければならないことに起因している。

【0050】(g) 熱効率と加熱・冷却特性  
既に述べたように、本発明のヒータは1μsecのパルス幅で2.7W/50μm<sup>2</sup>の印加電力から核沸騰を始められるので、余裕をとって3.0W×1μsecを標準パルス印加条件としている。これに対し厚い保護層を必要とするA、B両社の発熱抵抗体は、50μm<sup>2</sup>ヒータに換算して5.0W×3.5μsecのパルスを印加し、5~6倍のエネルギーを投入しなければならない。インクの吐出に必要なエネルギーはこれらの1/100~1/1000と言われているので、ほとんど全てのエネルギーは基板加熱に消費され、基板の強制冷却が必要となっている。本発明の波及効果の第1は低消費電力化であり、第2はこの強制冷却の不要化である。

【0051】発熱抵抗体表面の必要到達温度はいずれの場合も同じ約300℃であるので本発明の発熱抵抗体の昇温速度は約300℃/1μsec=3×10<sup>8</sup>℃/secである。一方、A、B両社の発熱抵抗体の昇温速度は、約300℃/3.5μsec=0.86×10<sup>8</sup>℃/secより保護層の厚さの分だけ遅く、約0.7×1

0℃/sec程度と推定される。発熱抵抗体の昇温速度をこれより速くするにはより大きな印加電力を投入（パルス巾を短くできる）しなければならないが、印加する電圧と電流が非常に大きくなり、実用的範囲を越えてしまうので困難である。他方、本願の発熱抵抗体は更に高電圧化、短パルス化が可能であり、 $1 \times 10^9 \text{℃/sec}$ も実用範囲である。すなわち、インクの吐出特性は発熱抵抗体の加熱速度が速い程良いと言われているが、本願の発熱抵抗体はこれを容易に達成できる。これが第3の波及効果である。

【0052】第4の波及効果はヒータの冷却速度の速さである。発熱抵抗体表面の冷却速度がヒートシンクであるSi基板までの距離に逆比例して速くなる（実際にはもっと大きな差である）ことから、厚い保護層が熱障壁の一つとして付加される従来型発熱抵抗体に比べ、数倍の冷却速度を本願の発熱抵抗体は達成できている。これはリフィルされるインクの再加熱等の不安定要因を削除する重要な条件である。

【0053】このように本願の発熱抵抗体は、保護層を不要化できる直接的な製造コストの削減効果だけでなく、多くの重要な波及効果を達成できるものとなっている。

【0054】

【発明の効果】上記のように構成された発熱抵抗体は、電解質で非中性の水性インク中でも電蝕されず、1億パルス以上のインク吐出に問題なく耐え得る。また、この薄膜抵抗体表面に形成されている数10Åという非常に薄い自己酸化被膜は、従来技術の3~4μm厚さの保護層と比べても同等以上の耐キャビテーション性を示す。すなわち、本発明における薄膜抵抗体は、それ自身の耐パルス性と耐酸化性に加え、極薄の自己酸化被膜が耐電

蝕性と耐キャビテーション性を本抵抗体に与えるのである。そして更に、インク吐出に必要な印加エネルギーを1/5~1/10に低減し、しかも高速で安定したインクの吐出に必要な超高速の加熱速度まで容易に実現させることが出来る。

【0055】このように本発明によれば、ヒータ上に保護層を積層させることが不要となり、ヒータの製造コストを大幅に削減できる。またこれによって、熱効率は5~6倍に向上し、インクジェットデバイスの冷却負荷を5~6分の1に解消できる。更に、インクの加熱速度を5~10倍に、ヒータ冷却速度を2~3倍にすることができ、インクの吐出特性を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願で検討したTa-Si-O三元合金薄膜の組成を示す三元成分図

【図2】試料①~⑩の比抵抗を示すグラフ

【図3】試料③の熱処理過程の抵抗変化を示すグラフ

【図4】試料⑧の熱処理過程の抵抗変化を示すグラフ

【図5】試料①~⑧の抵抗変化(%)を示すグラフ

【図6】試料①~⑧の熱酸化後の抵抗温度係数を示すグラフ

【図7】試料③のSST特性を示すグラフ

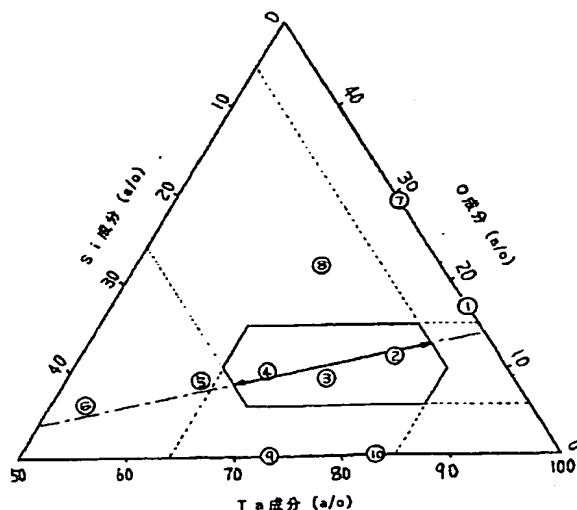
【図8】試料①~⑧の水性インク中のSST破断電力を示すグラフ

【図9】試料④の水性インクオーブンプール沸騰での寿命試験結果を示すグラフ

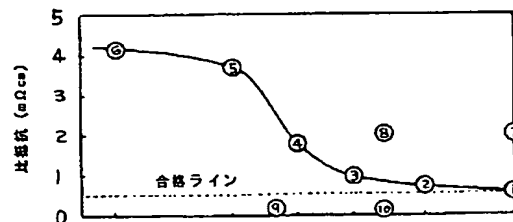
【図10】試料①~⑧の水性インクオーブンプール沸騰での寿命試験結果を示すグラフ

【図11】サーマルプリンタ用Ta-Si-O三元合金組成範囲(B)と本願の組成範囲(A)を示す三元成分図。

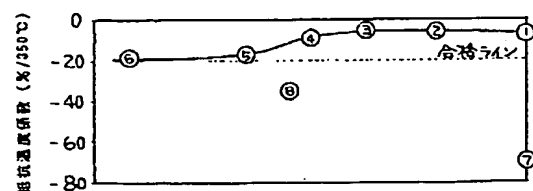
【図1】



【図2】

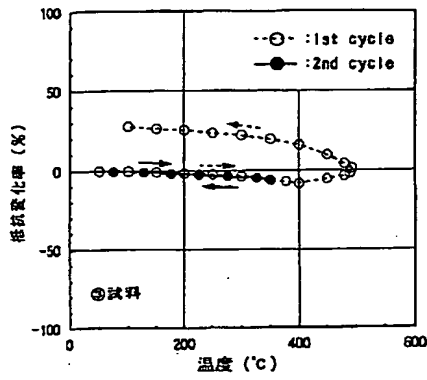


【図6】

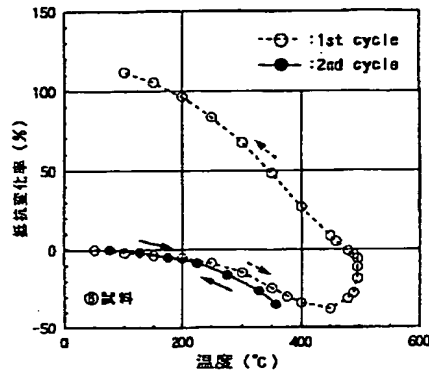




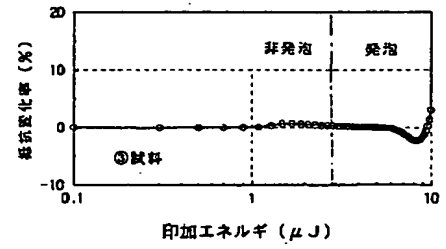
【図 3】



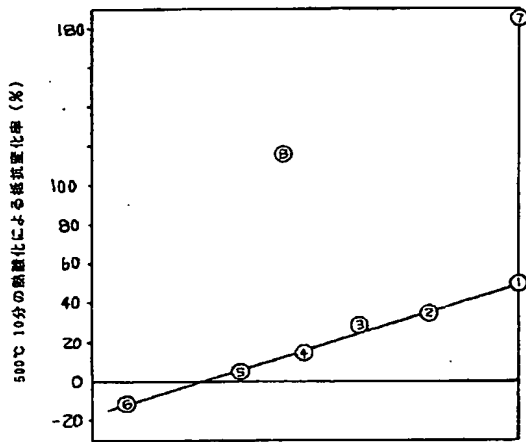
【図 4】



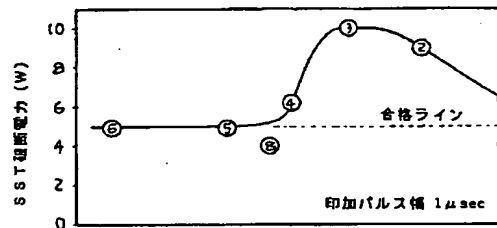
【図 7】



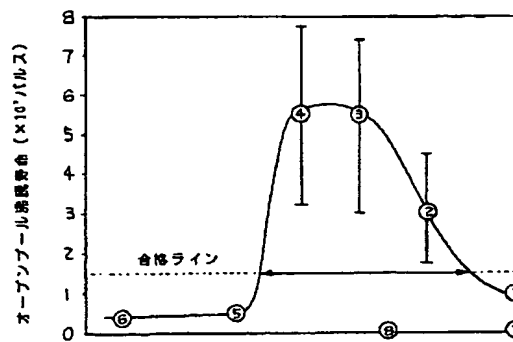
【図 5】



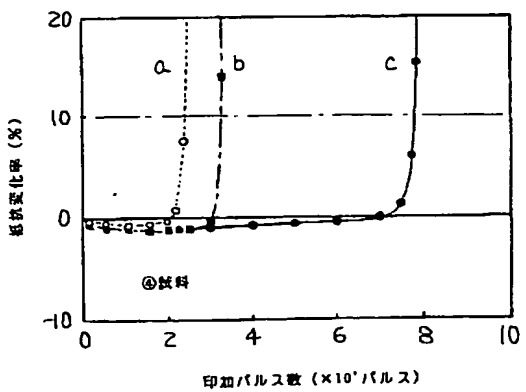
【図 8】



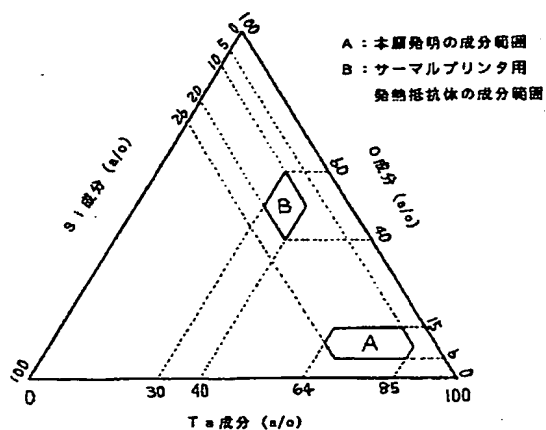
【図 10】



【図 9】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 町田 治  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

(72) 発明者 清水 一夫  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第2部門第4区分  
 【発行日】平成13年1月23日(2001.1.23)

【公開番号】特開平9-174848  
 【公開日】平成9年7月8日(1997.7.8)  
 【年通号数】公開特許公報9-1749  
 【出願番号】特願平7-340486  
 【国際特許分類第7版】

B41J 2/05  
 2/16

【FI】

B41J 3/04 103 B  
 103 H

【手続補正書】

【提出日】平成12年5月22日(2000.5.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 インクジェット記録ヘッド

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】インク吐出口近傍に設けられた薄膜抵抗体を有する発熱抵抗体にパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記インク吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインクジェット記録ヘッドにおいて、前記薄膜抵抗体は、Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体であって、Taの組成が64%以上85%以下、Siの組成が5%以上26%以下およびOの組成が6%以上15%以下であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】前記発熱抵抗体は、Ni金属薄膜導体を有する請求項1に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】前記Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体は、TaとSiからなるターゲットを用いた反応性スパッタリング法によって形成されたものである請求項1または2に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】前記Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体は、表面に絶縁性酸化被膜が形成されている請求項1～3のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式のインクジェット記録ヘッドに関するものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は、インク吐出口近傍に設けられた薄膜抵抗体を有する発熱抵抗体にパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記インク吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインクジェット記録ヘッドにおいて、前記薄膜抵抗体は、Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体であって、Taの組成が64%以上85%以下、Siの組成が5%以上26%以下およびOの組成が6%以上15%以下であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドによって達成される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】前記発熱抵抗体は、Ni金属薄膜導体を有するのが好ましく、前記Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体は、TaとSiからなるターゲットを用いた反応性スパッタリング法によって形成されたものであるのが好ましい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】前記Ta-Si-O三元合金薄膜抵抗体は、表面に絶縁性酸化被膜が形成されているのが好ましい。

